

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Юргинский технологический институт
 Направление подготовки 22.03.02 «Металлургия»
 Кафедра Металлургии черных металлов

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Проект ферросплавного цеха производительностью 200 тыс. тонн сплава в год в условиях Кемеровской области |

УДК 669.168

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|------------------------------|---------|------|
| 3-10В10 | Ратников Максим Владимирович | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Федосеев С.Н. | — | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Нестерук Д.Н. | — | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Зав. кафедрой БЖДЭиФВ | Солодский С.А. | к.т.н. | | |

По разделу «Нормоконтроль»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Ибрагимов Е.А. | — | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|---------------|------------------------|---------|------|
| МЧМ | Сапрыкин А.А. | к.т.н. | | |

Юрга – 2016 г.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 80 листов, 8 рисунков, 30 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: ферросилиций, технология, рудотермическая печь.

Актуальность работы производство ферросилиция марки ФС70А11 в условиях Кузбасса

Объектом исследования является ОСП «Юргинский ферросплавный завод».

Цели и задачи работы: Разработать проект ферросплавного цеха производительностью 200 тысяч тонн сплава в год в условиях Кузбасса.

Работа представлена ведением, 5 разделами и заключением, списком использованных источников.

В 1 разделе «Объект исследования» описаны основные характеристики цеха.

Во 2 разделе «Расчеты и аналитика» приведены геометрические, электрические и тепловые расчеты рудотермической печи, рассчитано оборудование цеха.

В 3 разделе «Результаты разработки» рассмотрен вопрос технологии выплавки сплава марки ФС70А11, а также описана конструкция оборудования для рафинирования и разлива сплава.

В 4 разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» приводится расчёт себестоимости продукции и экономический эффект, а также срок окупаемости цеха при вложении капитала в строительство.

В 5 разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы охраны и гигиены труда, также указаны опасные факторы, влияющие на человека при производстве ферросилиция.

В заключении изложены основные результаты дипломного проекта.

Введение

Ферросилиций относится к продуктам глобального рынка, поэтому ОСП «Юргинский ферросплавный завод» в отличие от ОАО «Кузнецкие ферросплавы» обладает наиболее выгодным экономико-географическим положением. Также «Юргинский ферросплавный завод» расположен ближе и к предприятиям металлургического профиля, расположенных в европейской части страны, что связано со снижением транспортных расходов, а следовательно и себестоимости товара. Немаловажным условием является цена на электроэнергию. В условиях г. Новокузнецка для промышленных предприятий она выше, чем для «Юргинского ферросплавного завода». Это преимущество делают производство ферросплавов в г. Юрге достаточно прибыльным и перспективным.

Готовая продукция Юргинского ферросплавного завода будет поставляться на экспорт в Японию, Корею, Турцию, Канаду, Нидерланды и др., железнодорожным и морским транспортом.

1 Объект исследования

1.1 Выбор технологической схемы

Высокопроцентные марки ферросилиция (ФС70) выплавляются углеродотермическим способом. Восстановителем оксидов кремния при углеродотермическом процессе является углерод.

Углеродом могут восстанавливаться оксиды всех элементов при высоких температурах процесса, так как химическое сродство углерода к кислороду с повышением температуры увеличивается. Одним из продуктов реакции восстановления оксида углеродом является монооксид углерода, удаление которого из зоны реакции обеспечивает высокую степень извлечения ведущего элемента из шихты в металл. Углерод имеет невысокую стоимость, при этом возможно использование углеродистых материалов различного происхождения.

1.2 Физико–химические основы процесса

Кремний относится к IV группе Периодической системы элементов Д.И. Менделеева ($Z=14$, атомная масса 28,09). По распространенности в земной коре (27%) кремний занимает второе место (после кислорода). Атом кремния имеет электронную конфигурацию: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$, проявляет валентность к кислороду +2 и +4. В случае ковалентной связи радиус атома равен 0,1175 нм и уменьшается до 0,044 нм для иона Si^{4+} . Температура плавления кремния равна 1687 К, кипения 2560 К, а теплота плавления составляет 39,55 кДж/моль. При плавлении объем кремния уменьшается на 10%. Плотность составляет 2,33 г/см³.

Кремний активно взаимодействует с кислородом, образуя следующие соединения: SiO_2 , Si_2O_3 , Si_3O_4 , SiO . Первое и четвертое соединение хорошо изучены.

На рисунке 1 изображена диаграмма системы Fe–Si. В сплавах этого состава происходит целый ряд превращений, оказывающих значительное влияние на качество различных марок ферросилиция.

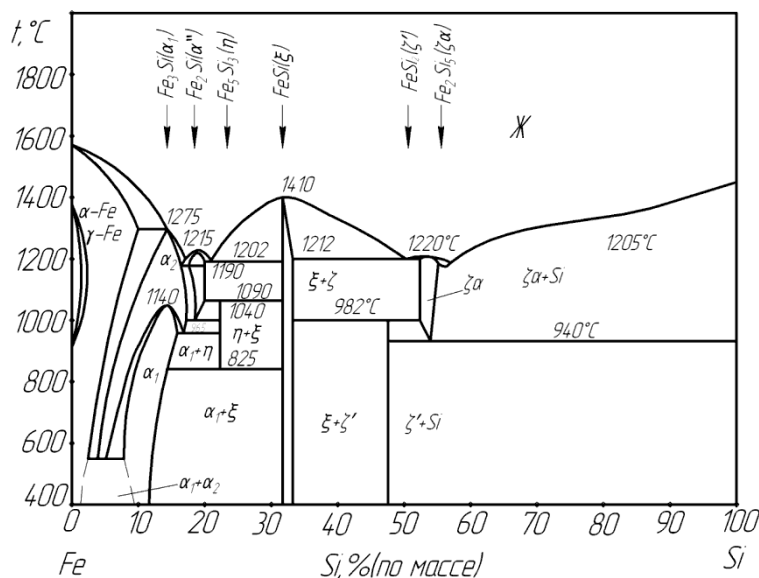


Рисунок 1 – Диаграмма Fe–Si

1.3 Термодинамика восстановления кремния

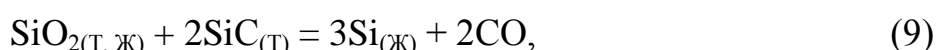
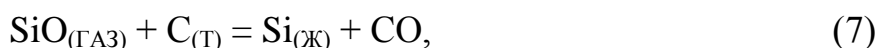
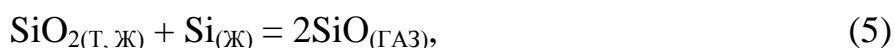
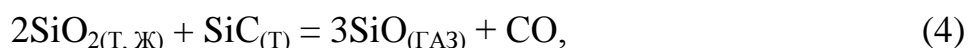
При производстве кремнистых ферросплавов источником кремния является чистый кварц или кварцит с весьма высоким содержанием кремнезёма ($\geq 97\%$). При углетермическом производстве восстановителем является свободный углерод. В связи с тем, что растворимость углерода в кремнии, как указывалось, невелика, а кремний почти нерастворим в кремнезёме, восстановление SiO_2 в этих условиях описывается реакцией:



Наряду с реакцией (1) взаимодействие кремнезёма с углеродом может происходить также по реакциям (2) и (3):



В ходе восстановления SiO_2 реакциям (1)–(3) образуется ряд конденсированных и газообразных веществ. Они в свою очередь могут вступать во взаимодействие, как с исходными веществами, так и между собой. Поэтому на условия восстановления кремния по реакции (1) могут оказывать влияние не только реакции (2) и (3), но и целая группа реакций, которые можно назвать сопутствующими. Необходимо учитывать следующие семь реакций:



Таким образом, при восстановлении SiO_2 углеродом имеет место весьма сложный комплекс реакций, протекающих как в конденсированных, так и в газовых фазах. Большинство реакций, наблюдающихся при восстановлении кремния, являются реакциями эндотермическими и протекают тем полнее, чем выше температура.

1.4 Организационная структура цеха

1.4.1 Организация работ по пролётам

Основной производственной единицей в ферросплавной промышленности является завод, который возглавляют руководители, ответственные за всю производственно-хозяйственную деятельность предприятия и за выполнение плановых заданий по всем показателям. В состав ферросплавного завода входит ряд основных и вспомогательных цехов. Задача основных плавильных цехов – производство ферросплавов. Вспомогательные цехи должны обеспечить высокопроизводительную

бесперебойную работу основных цехов.

Наиболее эффективная система организации производства в ферросплавном цехе – это работа по регламентированному режиму – графику, предусматривающему выполнение производственных операций в последовательности и в сроки, обеспечивающие строгое выполнение установленного плана производства и реализации готовой продукции. Основой цехового планирования является график выпуска готовой продукции.

1.4.2 Отделение шихтоподготовки

Отделение, шихтоподготовки ферросплавного цеха предназначено для хранения, подготовки и дозирования шихтовых материалов. Шихтовый двор цеха представляет собой закрытое помещение, где происходит хранение, подготовка и распределение материалов по бункерам.

Поступающая в железнодорожный вагонах шихта при помощи четырёх электромостовых грейферных кранов разгружается в соответствующие приямки. Для создания необходимых запасов сырья допускается временное складирование шихтовых материалов на открытых складах (площадках). На случай перебоя в поступлении шихтовых материалов предусмотрена трёхсуточная норма запаса. Перед использованием шихтовые материалы проходят подготовку.

1.4.3 Плавильный корпус

Плавильный корпус представляет собой основную часть главного цеха и предназначен для размещения и обслуживания электропечей, а также для приёма и разливки готового сплава и удаления шлака. Печной пролет служит для размещения и обслуживания плавильных электропечей, которые

расположены вдоль цеха “в линию”. Печной пролёт выполнен многоэтажным.

Схема шихтоподачи представляет следующую схему: с горизонтального транспортера шихтового двора шихта поступает на наклонный транспортер, а затем на реверсивный горизонтальный транспортер, откуда шихта автостелой перегружается в печные карманы.

Схема конвейерной подачи шихтовых материалов показана на рисунке 2.

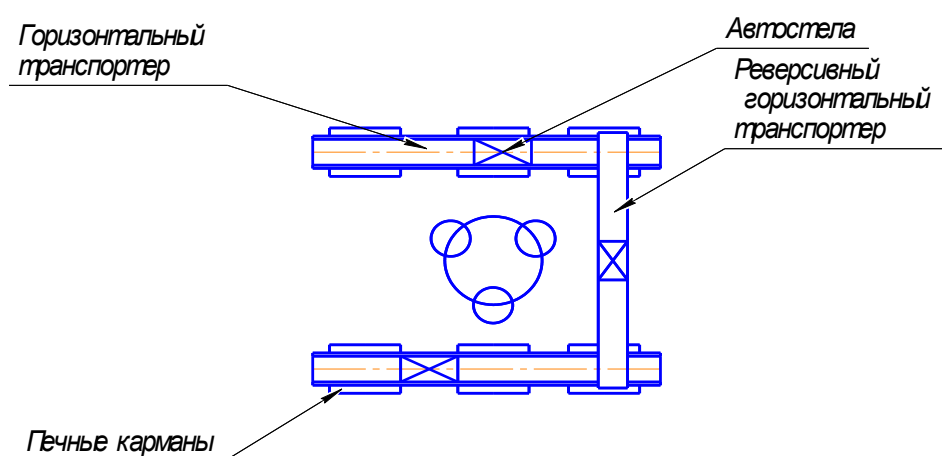


Рисунок 2 – Схема конвейерной подачи шихтовых материалов

Принцип непрерывного дозирования заключается в том, что на движущуюся транспортерную ленту из бункеров шихтовые компоненты насыпаются со строго определенной производительностью. При этом для загружаемой в печь шихты соотношение компонентов выдерживается в соответствии с требованиями технологии.

В открытой ферросплавной печи ванна представляет собой металлический сварной кожух; огнеупорная футеровка монтируется внутри кожуха. Кожух изготавливается из листовой стали толщиной 20 мм, днище изготавливается из листа толщиной 25 мм. Сварные швы кожуха с целью герметизации дополнительно уплотняются полосовыми накладками, проваренными сплошным сварным швом.

Два леточных отверстия, расположенные под углом 120° , усилены по периметру стальными пластинами – накладками толщиной 30 мм, закрепленными на кожухе периферийными сварочными швами и электрозаклепками. Леточная амбразура в кожухе ванны вырезается только для рабочей летки. Вырезка амбразуры резервной летки производится при ее расконсервации в случае разрушения и выгорания огнеупоров основной летки. Вокруг леточных отверстий монтируется накладное водоохлаждение.

Газы, выделяющиеся на колошнике, улавливаются низким зонтом.

Зонт выполнен в виде двенадцатигранника. Короткая сеть располагается над зонтом. Отбор газа производится из двух газопроводов. Для загрузки шихты служат 10 водоохлаждаемых трубопроводов. Обработка колошника производится машинами DDS через проемы, образуемые опускающимися заслонками.

Регулирование температуры газовоздушного пространства над колошником, а также доступ к поверхности колошника осуществляется посредством поднятия специальных шторок (заслонок). Приводом перемещения шторок служат лебедки, установленные на верхней отметке.

Зонт своей нижней частью опирается на рабочее перекрытие цеха. Сама крыша зонта помимо опоры на стенки зонта еще подвешивается к перекрытию цеха. Крыша зонта собрана из секций, соединенных между собой специальными кронштейнами через межфазную изоляцию. На крыше зонта устанавливаются уплотнения для исключения выбиваний пыли и газа, которые имеют специальные ролики, центрирующие электрододержатель в отверстиях относительно крышки зонта, в свою очередь, стенки зонта, опираясь на перекрытие цеха, центрируют в конечном итоге сам электрод относительно ванны электропечи.

Основными эксплуатационными требованиями к электроконтактным узлам электрододержателя являются: обеспечение хорошего электрического контакта между электродом и контактной щечкой, подвод тока к электроду с минимальными электрическими потерями, а также увеличение стойкости и

срока эксплуатации контактных щек.

В гидравлическом прижиме применен волнистый компенсатор – сильфон, позволяющий регулировать усилие прижатия щек дистанционно и равномерно. Электрод выходит из-под них с хорошим качеством поверхности кожуха, что имеет важное значение для надежной и долговечной эксплуатации контактных щек, без их замен в период между капитальными ремонтами. Кроме того, увеличивается срок службы нажимного кольца, улучшается, электрические характеристики печи и увеличивается производительность электропечи за счет сокращения простоев.

Для безопасности работы в конструкции электрододержателя предусмотрена двойная защитная электроизоляция контактной щеки от несущей траверсы.

Разливочный пролёт предназначен для приёма из печного пролёта металла и шлака, их первичной обработки, разливки сплава и передачи его на склад готовой продукции, подготовки и подачи к печам разливочной посуды, текущего ремонта посуды, приёма необходимых материалов и сменного оборудования для нормальной эксплуатации оборудования плавильного корпуса. С торцов разливочного пролёта имеется железнодорожный и автовозный въезд для ввоза пустой тары и вывоза коробок со сплавом и шлаком.

1.4.4 Склад готовой продукции

Коробки со сплавом, поступающие на склад готовой продукции, перегружаются с железнодорожной платформы, после чего подаются на взвешивающее устройство. Дробление ферросилиция осуществляется на специальных установках. Контроль ферросилиция осуществляется группой контроля качества, которая следит, чтобы сплав не имел неметаллических включений и соответствовал фракционному и химическому составу.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Технико-экономическое обоснование проекции цеха

Проектируемый ферросплавный цех расположен в городе Юрга на территории ОСП «ЮФЗ» на существующих площадях. В данной работе предложен вариант установления шести рудотермических печей мощностью 39 МВА каждая. Производительность цеха составляет 200 тыс. тонн в год. Ферросилиций относится к продуктам глобального рынка, поэтому ОСП «Юргинский ферросплавный завод» в отличие от ОАО «Кузнецкие ферросплавы» обладает наиболее выгодным экономико-географическим положением.

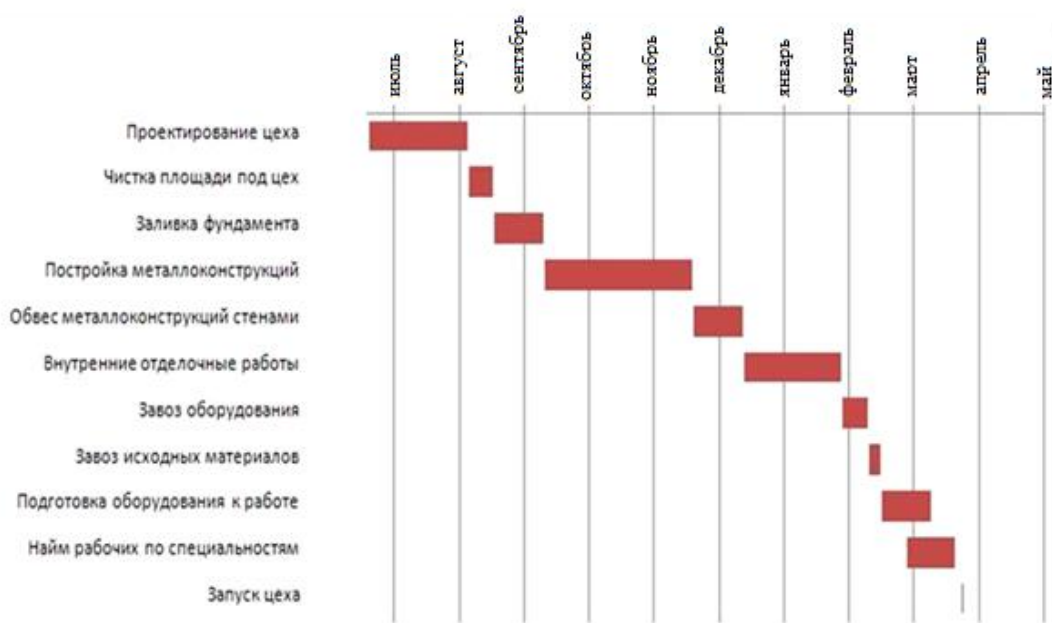


Рисунок 4 – Диаграмма запуска предприятия

4.2 Расчёт капитальных вложений в основные фонды при проектировании цеха

Основные фонды цеха представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Расчёт основных фондов

| Наименование | Количество единиц | Цена единицы, руб. | Полная стоимость, руб. | Норма амортизации, % | Годовая сумма амортизации, руб. |
|---------------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|
| 1. Здания | | | | | |
| Плавильный корпус | 1 | 602048980 | 602048980 | 3,1 | 18663518 |
| Склад шихты | 1 | 22641920 | 22641920 | 3,1 | 701900 |
| Всего по зданиям | | | 624690900 | | 18670537 |
| 2. Сооружения | | | | | |
| Трансформаторная | 6 | 1600290 | 9601740 | 4,7 | 451282 |
| Газоочистное | 6 | 1938420 | 11630520 | 4,7 | 546634 |
| Прочее | | | 11338090 | 4,7 | 532890 |
| Всего по сооружениям | | | 32570350 | | 1530806 |
| 3. Рабочее оборудование | | | | | |
| РКО 39 | 6 | 45493790 | 272962740 | 6,7 | 16278479 |
| Разливочный ковш | 14 | 50500 | 707000 | 11,1 | 18654 |
| Дробилка четырёх валковая | 4 | 911695 | 3646780 | 10,0 | 324678 |
| Шлаковня | 9 | 45730 | 411570 | 25 | 70060 |
| Трансформатор | 6 | 6077350 | 36464100 | 6,7 | 2443098 |
| Прочее | | | 47183900 | 11,1 | 5237356 |
| Всего по рабочему оборудованию | | | 361376090 | | 24372325 |
| 4. Крановое оборудование | | | | | |
| Грейферный кран 20т | 4 | 1375590 | 5502360 | 5,0 | 2491134 |
| Кран 20/5 | 1 | 1215590 | 1215590 | 5,0 | 12455 |
| Кран 30/20 | 3 | 1225590 | 3676770 | 5,0 | 186835 |
| Кран балка | 3 | 35950 | 107850 | 14,3 | 6417 |
| Прочее | | | 69456900 | 7,7 | 5348177 |
| Всего по крановому оборудованию | | | 79959470 | | 8045018 |
| Всего по цеху | | | 1098596810 | | 52618686 |

Капитальные вложения цеха составляют:

$$1098596810 \cdot 1,5 = 1647895215 \text{ руб.}$$

где 1,5 – коэффициент общезаводских коммерческих расходов.

4.3 Расчёт производственной мощности

Технически возможная производительность печи рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{те}} = \frac{24 \cdot S \cdot \cos \varphi \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{W}, \quad (41)$$

где S – номинальная мощность трансформатора, кВА;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности (По [1] $\cos \varphi = 0,92$);

k_1, k_2, k_3 – коэффициенты перегрузки трансформаторов во времени (По [1] $k_1 = 0,97, k_2 = 0,97, k_3 = 0,99$);

W – удельный расход электроэнергии.

Таким образом:

$$N_{\text{те}} = \frac{24 \cdot 39000 \cdot 0,92 \cdot 0,97 \cdot 0,97 \cdot 0,99}{7806,425} = 102 \text{ т/сут.}$$

Суточная производительность цеха составит:

$$N_{\text{сут}} = N_{\text{те}} \cdot n_{\text{п}} = 102 \cdot 6 = 612 \text{ т}, \quad (42)$$

где $n_{\text{п}}$ – количество печей в цехе.

Номинальное время работы печей, суток:

$$T_{\text{ном}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{кр}} + T_{\text{ппр}}, \quad (43)$$

где $T_{\text{ппр}}$ – планово-предупредительный ремонт;

$T_{\text{кр}}$ – капитальный ремонт.

$T_{\text{кал}}$ – календарное количество дней.

Номинальное время работы печей составит:

$$T_{\text{ном}} = 365 - 15 = 350 \text{ суток.}$$

Фактическое время работы печей, суток:

$$T_{\text{ф}} = T_{\text{ном}} - T_{\text{гп}}, \quad (44)$$

где $T_{\text{гп}}$ – горячие простои.

Таким образом фактическое время работы печей составит:

$$T_{\phi} = 350 - 4 = 346 \text{ суток.}$$

Фактическая годовая производительность сплава по цеху составит:

$$B_{\Gamma} = N_{\text{мс}} \cdot T_{\phi} \cdot n_{\Pi} = 102 \cdot 346 \cdot 6 = 222768 \text{ т/Г,} \quad (45)$$

где n_{Π} – количество печей, 6 шт.

Годовой выпуск сплава по плану 200000 тонн/год.

Производственная мощность цеха составляет:

$$ПМ = \frac{B_{\Gamma}}{K_{\text{им}}} = \frac{222768}{0,92} = 242139 \text{ т/Г,} \quad (46)$$

где $K_{\text{им}}$ – коэффициент использования мощности, по[2] $K_{\text{им}} = 0,92$.

Производственные показатели цеха приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Производственные показатели цеха

| Показатели | Индекс | Проектные данные |
|---|------------------|------------------|
| Мощность трансформатора, кВА. | W | 39000 |
| Баланс времени, сут. | | |
| Календарное время, сут | T_{κ} | 365 |
| Капитальные ремонты | $T_{\text{кр}}$ | 0 |
| Планово–предупредительный ремонт | $T_{\text{ППР}}$ | 15 |
| Горячие простои | $T_{\text{кп}}$ | 4 |
| Фактическое время работы | T_{ϕ} | 346 |
| Длительность плавки ч. | $t_{\text{пл}}$ | 2 |
| Количество плавов в фактические сутки | $n_{\text{пл}}$ | 72 |
| Суточная производительность цеха, т/сут | $N_{\text{ТВ}}$ | 612 |
| Годовая производительность, т/год | B_{Γ} | 222768 |
| Производительная мощность цеха, т/год | ПМ | 242139 |

4.4 Расчет фонда заработной платы

При планировании зарплаты принимаем комбинированную систему оплаты труда, включающую повременнo–премиальную оплату труда с начислением сдельных норм.

Штатное расписание рабочего персонала приведено в таблице 21.

Списочный состав работающих в цехе составляет 318 чел., из которых 21 служащие и ИТР, 297 основных и вспомогательных рабочих.

Тарифные ставки, установленные в цехе ОАО "Юргинские Ферросплавы" приведены в таблице 23.

Таблица 21 – Штатное расписание рабочего персонала

| № п/п | Участки и профессии | Разряд | Расстановка штата | | | | | Всего штат с подменой и резервом |
|--|-----------------------------------|--------|-------------------|----|---|---------|-----------------------|--|
| | | | по сменам | | | подмена | резерв на невыходы | |
| | | | 1 | 2 | 3 | | | |
| Плавильные бригады | | | | | | | | |
| 1 | Плавильщик | 7 | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 19 |
| 2 | Плавильщик | 6 | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 19 |
| 3 | Плавильщик | 5 | 6 | 6 | 6 | 0 | 1 | 19 |
| 4 | Горновой | 6 | 6 | 6 | 6 | 0 | 2 | 20 |
| 5 | Горновой | 5 | 6 | 6 | 6 | 0 | 2 | 20 |
| 6 | Горновой-инструктор | 6 | 1 | | | | | 1 |
| Итого | | | | | | | | 98 |
| Шихтовый двор | | | | | | | | |
| 7 | Дозировщик шихтового двора | 2 | 6 | 6 | 6 | 2 | 1 | 21 |
| 8 | Шихтовщик (бригадир) | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| | Шихтовщик | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 | 25 |
| 9 | Шихтовщик-разбивщик | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | | 8 |
| Итого | | | | | | | | 58 |
| Машинист крана металлургического производства: | | | | | | | | |
| 10 | на ГУР | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 9 |
| 11 | в шихтовом дворе | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 16 |
| Итого | | | | | | | | 25 |
| Набивка электродов | | | | | | | | |
| 12 | Электродчик | 4 | | 1 | | | | 1 |
| 13 | Электродчик | 3 | | 3 | | | | 3 |
| 14 | Электросварщик ручной сварки | 4 | | 1 | | | | 1 |
| Итого | | | | | | | | 5 |
| Ремонт разливочных ковшей | | | | | | | | |
| 15 | Огнеупорщик на ГУР | 4 | 7 | | | | | 7 |
| 16 | Слесарь-ремонтник (дежурный) | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 17 | Слесарь-ремонтник (дежурный) | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 18 | Слесарь-ремонтник | 6 | | 9 | | | | 9 |
| 19 | Слесарь-ремонтник | 5 | | 19 | | | | 19 |
| 20 | Электрогазосварщик | 5 | | 6 | | | | 6 |
| 21 | Слесарь-ремонтник шихтового двора | 6 | | 1 | | | | 1 |

Продолжение таблицы 21

| | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|-------|---|---|---|---|---|-----|
| 22 | Слесарь-ремонтник двора | шихтового | 5 | | 6 | | | | 6 |
| 23 | Электрогазосварщик двора | шихтового | 5 | | 1 | | | | 1 |
| Итого | | | | | | | | | 50 |
| Электрослужба | | | | | | | | | |
| 26 | Электромонтер по обслуживанию электрооборудования | | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 27 | | | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 4 |
| 28 | Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования | | 6 | | 5 | | | | 5 |
| 29 | | | 5 | | 8 | | | | 8 |
| 30 | Слесарь-ремонтник по ремонту вент .систем | | 6 | | 1 | | | | 1 |
| 31 | | | 5 | | 1 | | | | 1 |
| 32 | Электромонтер по ремонту и обслуживанию эл. оборудования | | 6 | | 1 | | | | 1 |
| 33 | | | 5 | | 4 | | | | 4 |
| 34 | шихтового двора | | | | | | | | |
| Итого | | | | | | | | | 29 |
| Бригада по ремонту зданий и сооружений | | | | | | | | | |
| 35 | Бригадир | | оклад | | 1 | | | | 1 |
| 36 | Штукатур-маляр | | 4 | | 1 | | | | 1 |
| 37 | Кладовщик | | оклад | | 1 | | | | 1 |
| 38 | Слесарь-ремонтник | | 6 | | 1 | | | | 1 |
| 39 | Слесарь-ремонтник | | 5 | | 6 | | | | 6 |
| 40 | Электрогазосварщик | | 5 | | 2 | | | | 2 |
| 41 | Уборщик служебных помещений | | оклад | | 1 | | | | 1 |
| 42 | Уборщик служебных помещений | | оклад | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 11 |
| Итого | | | | | | | | | 25 |
| Всего по цеху | | | | | | | | | 297 |

Таблица 22 – Штатное расписание для ИТР и служащих

| № | Категория работающих, должность | В смену, чел. | Количество смен | Численность |
|--------|---------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| 1 | Табельщик | 1 | 4 | 4 |
| 2 | Начальник цеха | 1 | 1 | 1 |
| 3 | Заместитель начальника цеха | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Старший мастер | 1 | 1 | 1 |
| 5 | Нормировщик | 1 | 1 | 1 |
| 6 | Бухгалтер | 1 | 1 | 1 |
| 7 | Начальник БТИЗ | 1 | 1 | 1 |
| 8 | Плавильщик инструктор | 1 | 1 | 1 |
| 9 | Горновой инструктор | 1 | 1 | 1 |
| 10 | Мастер шихтового двора | 1 | 1 | 1 |
| 11 | Экономист | 1 | 1 | 1 |
| 12 | Технолог | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Механик | 1 | 1 | 1 |
| 14 | Энергетик | 1 | 1 | 1 |
| 15 | Сменный мастер | 1 | 4 | 4 |
| Итого: | | | | 21 |

Таблица 23 – Часовые тарифные ставки

| Профессия | Тарифные ставки по разрядам, руб./ч. | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Оклад |
| Плавильщик | 52,92 | 46,73 | 39,36 | – | – | – | – | – |
| Горновой | – | 48,42 | 39,36 | – | – | – | – | – |
| Дозировщик | – | – | – | – | – | 13,00 | – | – |
| Бригадир шихтовщиков | – | – | – | – | 15,83 | – | – | – |
| Шихтовщик | – | – | – | – | 14,38 | – | – | – |
| Шихтовщик-разбивщик | – | – | – | – | 18,19 | – | – | – |
| Машинист крана ГУР | – | – | – | 24,53 | – | – | – | – |
| Машинист крана ших. двора | – | – | – | 14,38 | 12,04 | 10,92 | 9,84 | – |
| Электродчик, огнеупорщик | – | – | – | 18,19 | 17,06 | – | – | – |
| Электросварщик ручной сварки | – | – | – | 20,20 | – | – | – | – |
| Слесарь-электромонтёр | – | 24,02 | 18,60 | 15,95 | 13,73 | 11,68 | 9,84 | – |
| Электрогазосварщик | – | – | 18,19 | – | – | – | – | – |
| Электромонтёр | – | 20,24 | 19,08 | 17,16 | 13,73 | 11,68 | 9,84 | – |
| Кладовщик | – | – | – | – | – | – | – | 1759,5 |
| Уборщик производственных и служебных помещений | – | – | – | – | – | – | – | 1032,39 |
| Бригадир службы ремонта помещений | – | – | – | – | – | – | – | 3740,79 |

Таблица 24– Тарифные ставки по разрядам

| Тарифная ставка, руб/ч | Разряд | | | |
|------------------------|--------|-------|-------|-------|
| | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | 37,05 | 39,36 | 46,73 | 52,92 |

Для расчёта средней заработной платы принимаем, что в цехе средний разряд шестой, тогда тарифная ставка будет равна 46,73 рублей. Исходные данные для расчёта заработной платы приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Исходные данные

| Разряд | Тарифная ставка | Отработано часов | | | |
|--------|-----------------|------------------|--------|----------|-------------|
| | | всего | ночных | вечерних | праздничных |
| 6 | 46,73 | 192 | 64 | 32 | 8 |

Заработная плата по тарифной ставке за месяц определяется по формуле:

$$ЗП_{ппр} = ТС \cdot K_{час} \cdot K_{вп}, \quad (47)$$

где $ЗП_{ппр}$ – часовая тарифная ставка, руб/ч;

$K_{час}$ – количество отработанных часов в месяц;

$K_{вп}$ – коэффициент, учитывающий выполнение плана.

$$ЗП_{ппр} = 46,73 \cdot 192 \cdot 1 = 8972,16 \text{ руб./мес.}$$

Доплата за работу в ночное время $Д_{ночн}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{ночн} = 64 \cdot 46,73 \cdot 0,40 = 1196,29 \text{ руб./мес.} \quad (48)$$

Доплата за работу в вечернее время $Д_{веч}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{веч} = 32 \cdot 46,73 \cdot 0,2 = 299,07 \text{ руб./мес,} \quad (49)$$

Доплата за работу в праздничные дни $Д_{пр}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{пр} = K_{ч. пр} \cdot ТС \cdot K_{пр}, \quad (50)$$

где $K_{ч. пр}$ – количество отработанных праздничных часов в месяц;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплату за работу в праздничные дни (100 % к ТС).

$$Д_{пр} = 8 \cdot 46,73 \cdot 1 = 373,84 \text{ руб./мес.}$$

Доплата за вредность $Д_{вр}$, рассчитывается по формуле:

$$Д_{вр} = K_{час} \cdot ТС \cdot K_{вр}, \quad (51)$$

где $K_{вр}$ – коэффициент, учитывающий доплату за вредность (24 % к ТС).

$$D_{вр} = 192 \cdot 46,73 \cdot 0,24 = 2153,3 \text{ руб./мес.}$$

Сдельная оплата, распределённая между рабочими, за выплавку одной тонны сплава составляет: 177,56 рублей. Рассчитываем сдельную часть заработной платы: одна печь за месяц выплавляет $102 \cdot 30,5 = 3111$ тонны в месяц, на одну печь приходится тонн: $3111 / 4 = 777,75$ тонн, на одной печи работает по 5 человек на одного человека приходится по 155,55 тонн.

Значит сдельная часть заработной платы составит:

$$155,55 \cdot 177,56 = 27619,4 \text{ руб.}$$

Премия за месяц $ПР_{мес}$, определяется по формуле:

$$ПР_{мес} = (ТС \cdot K_{час} + СЧ) \cdot K_{п}, \quad (52)$$

где $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий размер премии (50 %),

$$ПР_{мес} = (192 \cdot 46,73 + 27619,4) \cdot 0,50 = 18295,78 \text{ руб./мес.}$$

Основная заработная плата без начисления районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{ппр} + D_{ночн} + D_{веч} + D_{пр} + D_{вр} + СЧ + ПР_{мес}; \quad (53)$$

$$ЗП_{осн} = 8972,16 + 1196,29 + 299,07 + 373,84 + 2153,3 + 27619,4 + 18295,78 = 58909,84 \text{ руб./мес.}$$

Заработная плата с учётом районного коэффициента определяется по формуле:

$$ЗП_{мес} = ЗП_{осн} \cdot K_{р}, \quad (54)$$

где $K_{р}$ – районный коэффициент (30 % от $ЗП_{мес}$).

$$ЗП_{мес} = 58909,84 \cdot 1,3 = 76582,8 \text{ руб./мес.}$$

Фонд заработной платы (ФЗП') на всех рабочих за год составит:

$$ФЗП' = (22754089 + 2274508,9) \cdot 12 = 300343174,8 \text{ руб./год.}$$

4.5 Проектирование себестоимости продукции

Расчёт статьи материалов и накладных расходов

Таблица 26 – Затраты материалов на 1 тонну сплава

| Наименование затрат | Цена, руб/т | На 1 тонну сплава | |
|-------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| | | Количество, т | Сумма, руб. |
| 1. Сырьё | | | |
| Кварцит | 525 | 1,661 | 872,02 |
| Стружка | 3800 | 0,251 | 953,8 |
| Восстановительная смесь | 2512,25 | 0,986 | 2477,08 |
| Щепа | 1068 | 0,099 | 105,73 |
| Сидерит | 4260 | 0,05265 | 224,3 |
| Известь | 4800 | 0,002 | 9,6 |
| Шлак (–) | 2041 | 0,003 | 6,12 |
| Итого сырьё | | | 4648,65 |
| 2. Расходы по переделу | | | |
| Электродная масса | 5500 | 0,043 | 236,5 |
| Электродная арматура | 26290 | 0,01131 | 297,34 |
| Итого | | | 5182,1 |

Амортизация основных фондов:

$$a = \frac{A}{B_r} = \frac{52618686}{222768} = 236,2 \text{ руб/т.}, \quad (55)$$

где A – годовая сумма амортизации;

B_r – производительность цеха.

Фонд оплаты труда:

$$\Phi OT = \frac{\Phi ЗП}{B_r} = \frac{300343174,8}{222768} = 1348,2 \text{ руб/т.}; \quad (56)$$

где $\Phi ЗП$ – фонд заработной платы по цеху.

Отчисление на социальные нужды составляет 30% от $\Phi ЗП$.

$$CH = \Phi ЗП \cdot \frac{0,34}{B_r} = 300343174,8 \cdot \frac{0,34}{222768} = 458,4 \text{ руб.} \quad (57)$$

Расчёт статьи тепло энергоресурсов.

Стоимость электроэнергии для выплавки 1 тонны сплава составляет:

$$\Xi = P \cdot C, \quad (58)$$

$$\Xi = 7,806 \cdot 1150 = 8976,9 \text{ руб./т.}$$

где P – расход электроэнергии, МВа/т;

C – стоимость электроэнергии, руб.

Стоимость сжатого воздуха для выплавки 1 тонны сплава составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = P_{\text{сж.возд.}} \cdot C_{\text{сж.возд.}} \quad (59)$$

$$\mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} = 1,11 \cdot 89,00 = 98,79 \text{ руб/т.}$$

где $P_{\text{сж.возд.}}$ – расход сжатого воздуха, м³/т;

$C_{\text{сж.возд.}}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.

Определяем затраты на техническую воду:

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = P_{\text{техн.вода}} \cdot C_{\text{техн.вода}}, \quad (60)$$

$$\mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = 61,155 \cdot 2,78 = 170,01 \text{ руб/т,}$$

где $P_{\text{техн.вода}}$ – расход технической воды, л/т;

$C_{\text{техн.вода}}$ – стоимость технической воды, руб.

Полная цеховая себестоимость 1 тонны сплава складывается из статьи материалов, статьи тепло энергоресурсов, статьи заработной платы, цеховых расходов, таким образом полная цеховая себестоимость сплава составляет:

$$\begin{aligned} Q_{\text{общ.}} &= N_{\text{сыр.}} + M_{\text{рас.}} + S_{\text{нак. рас.}} + a + \text{ФОТ} + \text{СН} + \mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{сж.возд.}} + \mathcal{E}_{\text{техн.вода}} = \\ &= 4648,65 + 5182,1 + 32691,61 + 236,2 + 1348,2 + 8976,9 + 458,4 + 98,79 + \\ &\quad + 170,01 = 53811 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

4.6 Расчёт технико-экономических показателей цеха

Сумма этих затрат определяется по формуле:

$$K_{\text{ос}} = H_{\text{м}} + H_{\text{п}} + H_{\text{г}}, \quad (61)$$

где $H_{\text{м}}$ – норматив на производственные запасы сырья, руб.;

$H_{\text{п}}$ – норматив на незавершенное производство, руб.;

$H_{\text{г}}$ – норматив на готовую продукцию, руб.;

1) Норматив на производственные запасы сырья:

$$H_{\text{м}} = \frac{\sum C_i \cdot B_{ni} \cdot d_i}{365}, \quad (62)$$

где C_i – себестоимость i-го вида шихты, тыс. руб.;

B_{ni} – годовой выпуск i-го сплава, т;

$d_i=15$ – норма запаса i -го вида шихты, дни.

Тогда:

$$H_M = \frac{4648,65 \cdot 222768 \cdot 15}{365} = 42557690,2 \text{ руб.}$$

2) Норматив на незавершенное производство:

$$H_H = \frac{B_H \cdot T_{ц}}{365 \cdot T_P} \cdot C_T \cdot K_H, \quad (63)$$

где $T_{ц}$ – длительность производственного цикла, дни;

T_P – время ремонтов, дни;

C_T – себестоимость единицы продукции, руб.;

K_H – коэффициент нарастания затрат.

$$K_H = \frac{M + 0,5 \cdot P}{M + P}, \quad (64)$$

где M – стоимость заданной шихты на 1 тонну сплава, руб.;

P – расходы по переделу на 1 тонну сплава, руб.;

$$K_H = \frac{4648,65 + 0,5 \cdot 53810}{4648,65 + 53810} = 0,54,$$

$$H_H = \frac{222768 \cdot 15}{365} \cdot 53810 \cdot 0,54 = 277839559,3 \text{ руб.}$$

3) Норматив на готовую продукцию:

$$H_G = \frac{B_N \cdot C_R \cdot d_R}{365}, \quad (65)$$

где $d_R=4$ – норма запаса готовой продукции, дни.

$$H_G = \frac{222768 \cdot 53810 \cdot 4}{365} = 13156550 \text{ руб.}$$

4) Сумма капитальных вложений в оборотные средства:

$$K_{oc} = 42557690,2 + 277839559,3 + 13156550 = 451963220 \text{ руб.}$$

5) Расчет удельных капитальных вложений в производственные фонды:

Рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{K_{\text{оф}} + K_{\text{ос}}}{B_r}; \quad (66)$$

где $K_{\text{оф}}$ – капитальные вложения в основные фонды в, руб./т;

$K_{\text{ос}}$ – капитальные вложения в оборотные средства, руб./т.

$$K = \frac{1647895215 + 451963220}{222768} = 8968,1 \text{ руб./т.}$$

б) Определение экономической эффективности реконструкции.

Рентабельность продукции рассчитываем по формуле:

$$R_{\text{прод}} = \frac{C - C}{C} \cdot 100; \quad (67)$$

$$R_{\text{прод}}^{\text{баз}} = \frac{124700 - 53810}{53810} \cdot 100 = 133,3 \%$$

Прибыль:

$$\Pi = \sum (C_i - C_i) \cdot B_{Hi} = (24700 - 53810) \cdot 222867 = 15799041630 \text{ руб.} \quad (68)$$

Коэффициент экономической эффективности проекта:

$$E = \frac{\Pi}{K_{\text{оф}} + K_{\text{ос}}} = \frac{15799041630}{2781921530 + 451963220} = 0,68. \quad (69)$$

Тогда срок окупаемости составит:

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,68} = 1,47 \text{ года.} \quad (70)$$

Таким образом, цех получит прибыль 15799041630 рублей, строительство окупится за 1,47 года.

Технико-экономические показатели цеха приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Техничко-экономические показатели

| Наименование показателей | Показатели |
|---|-------------|
| Производственная мощность, т/год | 242139 |
| Годовой выпуск продукции, т/год | 222768 |
| Удельные капиталовложения, руб/т | 8968,1 |
| Стоимость основных фондов, руб. | 22781921530 |
| Стоимость оборотных средств, руб. | 451963220 |
| Численность, чел | |
| работающих | 318 |
| рабочих | 297 |
| Среднемесячная заработная плата, руб. | |
| Рабочих | 76582,8 |
| Руководителей | 108309,9 |
| Себестоимость тонны продукции, руб. | 53810 |
| Удельный расход электроэнергии на 1т: | 7806 |
| Прибыль, руб. | 15799041630 |
| Коэффициент экономической эффективности | 0,68 |
| Рентабельность продукции, % | 133,3 |
| Срок окупаемости, лет | 1,47 |

В итоге определена чистая прибыль, показатель общей рентабельности производства и срок окупаемости данного проекта. Проведенный анализ этих показателей позволяет утверждать, что предложенный проект цеха для производства кремнистых сплавов является экономически эффективным.